

К ВОПРОСУ ПРОФИЛИРОВКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Панкратьева А.М.

Руководитель – доцент, канд. техн. наук Инатович Ю.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург,
omd@mtf.ustu.ru

В настоящее время более половины продукции, получаемой с помощью прокатки, составляют листы из различных металлов и сплавов. Важнейшим показателем точности размеров листовой продукции являются поперечная разнотолщинность полос, то есть изменение толщины листа по его ширине. Допустимая величина разнотолщинности определяется стандартами. На практике чаще всего встречается слегка выпуклая форма поперечного сечения листов и полос. Реже имеет место вогнутая форма поперечного сечения. Форма поперечного сечения прокатываемой полосы полностью зависит от формы валкового зазора в процессе прокатки.

На форму валкового зазора влияют следующие факторы: упругая деформация валков под действием усилия прокатки; неравномерное тепловое расширение валков (образование тепловой выпуклости); неравномерный износ вдоль бочки валков; исходная форма бочки валков.

Традиционным методом регулирования валкового зазора является профилирование бочек прокатных валков. Выбор рациональной профилировки валков в огромной степени влияет на ход процесса прокатки и качество продукции. Профилировка должна учитывать влияние на форму прокатной щели вышеупомянутых факторов. Однако, если упругие деформации валков и их тепловое расширение могут быть рассчитаны по известным зависимостям, то рекомендаций по определению износа валков в литературе практических нет.

Закономерности износа рабочих валков изучали на основе обобщения с помощью методов математической статистики опыта теплой прокатки листов из титановых сплавов на стане 1700 ОАО «ВСМПО-АВИСМА», оборудованном реверсивной клетью кварто. Для описания износа валков приняли параметр ΔD - уменьшение диаметра валка. Изменение параметра ΔD рассматривали вдоль длины бочки в зависимости от фактора $(x/1000)$, где x - расстояние от края бочки валка вдоль всей ее длины, т.е. x изменяется от 0 до значения L_6 - длины бочки валка. Изучали износ как стальных, так и чугунных валков с учетом места их установки (верхний или нижний). Число опытных точек в выборках составляло по 18 для каждого типа валков. Составленные выборки обрабатывали с применением программ корреляционно-регрессионного анализа, входящих в состав прикладного пакета Microsoft Excel.

Результаты корреляционного анализа влияния различных факторов на износ валков приведены в табл. 1.

Таблица 1 Коэффициенты парной корреляции при исследовании износа валков

Факторы	x	Место установки валка	Материал валков	ΔD
x	1			
Место установки валка	0.591	1.000		
Материал валков	0.396	0.206	1.000	
ΔD	0.877	0.340	0.640	1.000

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что выбранные параметры оказывают значимое влияние на величину износа валков. Наибольшее влияние оказывает участок валка, на котором происходит износ (коэффициент парной корреляции $r_{yx}=0,877$), в меньшей степени влияют материал валков ($r_{yx}=0,640$) и место их установки ($r_{yx}=0,340$).

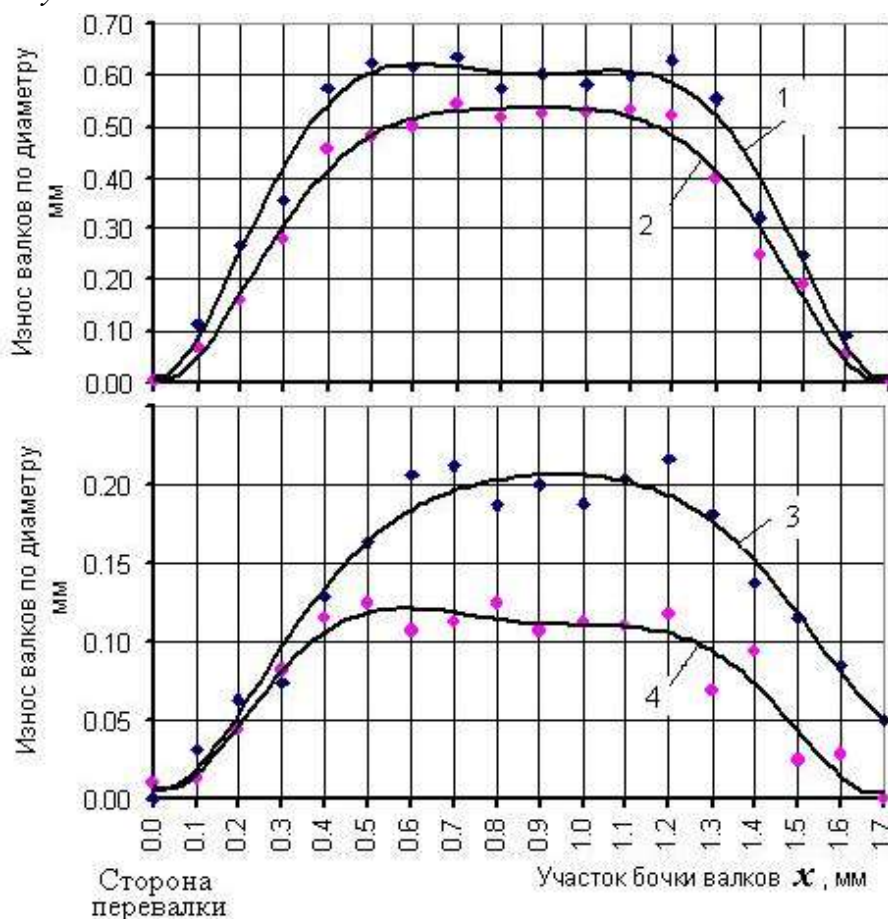


Рисунок. Изменение износа рабочих валков при прокатке в клети кварто 1700 (линиями показан характер полиномиального тренда опытных точек): 1, 2 – стальные валки, 3, 4 – чугунные валки, 1 и 3 – верхние валки

На рисунке показано изменение износа валков ΔD по данным выборок в зависимости от рассматриваемых факторов.

Из рисунка видно, что при прочих равных условиях износ стальных валков больше, чем чугунных. Это объясняется известным фактом: контактное трение на чугунных валках меньше, а, следовательно, меньше их износ. Не зависимо от материала валков, верхние валки изнашиваются больше, чем нижние. По-видимому, это связано с тем, что температура верхней поверхности полосы ниже, что увеличивает контактное трение. Кроме того, на верхней поверхности полосы имеется не удаленная окалина, которая может играть роль абразива. Износ валков вдоль бочки весьма неравномерен: центр бочки изнашивается значительно больше, чем ее крайние участки, что объясняется широким сортаментом прокатываемых листов.

В результате проведенного регрессионного анализа получены уравнения для расчета износа валков в виде полинома:

$$\Delta D = C_1(x/1000)^6 + C_2(x/1000)^5 + C_3(x/1000)^4 + C_4(x/1000)^3 + C_5(x/1000)^2 + C_6(x/1000) + C_0, \quad (1)$$

где C_i - полученные коэффициенты регрессии для различных валков, приведенные в табл.

Таблица 2 Коэффициенты уравнений регрессии

Материал валка	Расположение валка	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_0
Сталь	Верхний	4,89	-25,14	48,24	-42,31	15,45	-0,55	0,002
Сталь	Нижний	3,14	-15,90	30,41	-27,17	10,42	-0,37	0,007
Чугун	Верхний	0,56	-3,01	6,24	-6,19	2,70	-0,10	0,006
Чугун	Нижний	0,92	-4,80	9,36	-8,41	3,20	-0,18	0,008

Уравнения (1) характеризуют коэффициенты множественной корреляции $R_{y,x_i} = 0,930 \div 0,987$. Выполненная проверка полученных уравнений по критерию Фишера подтвердила их адекватность: расчетные значения F – критерия равны $64,32 \div 87,58$, что превышает табличное значения $F_T = 4,74$ при 5 %-м уровне значимости.

Оценка всех коэффициентов регрессии в формуле (1), проведенная по критерию Стьюдента, показала их значимость.

Точность расчетов по формуле (1) характеризуется математическим ожиданием относительного отклонения $\delta = (\Delta D_{\text{оп}} - \Delta D_p) / \Delta D_{\text{оп}}$ расчетных значений износа валков ΔD_p от опытных $\Delta D_{\text{оп}}$ равным $m(\delta) = 0,080$ при среднем квадратическом отклонении $\sigma(\delta) = 0,212$.

Полученные аналитические зависимости могут быть использованы при математическом моделировании профилировки валков листовых станков.